PART4　窒素

目標　・窒素の代表的な化合物である硝酸の性質や反応を押さえよう！

Chapter1　硝酸

要点

硝酸

無色・揮発性の強酸，感光性がある。（褐色ビン・冷暗所保存）

◆ 硝酸　重要

硝酸は無色の液体で，すでに学んでいる通り代表的な強酸，酸化剤である。

その他に以下のような性質がある。

揮発性

揮発性の酸であるため，実験室では揮発性の酸遊離反応を利用して合成する。

（硝酸ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱）

$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HNO_3 + NaHSO_4$

感光性

光や熱で分解が起こり，NO_2 に変化する（無色から黄褐色に変化）。そのため，硝酸は褐色ビンに入れ，冷暗所に保存する。

$4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + 2H_2O + O_2$

まとめ

・硝酸は（　　　　）性があるため褐色ビンに保存する。

Chapter2　硝酸の工業的製法

要点

硝酸の工業的製法

アンモニアを原料にしたオストワルト法で合成する。

◆ 硝酸の工業的製法 重要

硝酸を工業的に合成する方法は，NH_3 を原料とした**オストワルト法**といわれる方法である。

NH_3 は N_2 と H_2 を 1：3 で混合した気体を，Fe_3O_4 触媒下で高温高圧で反応させる**ハーバー・ボッシュ法**で合成したものを使用する。

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

オストワルト法の流れ

(1) **白金 Pt 触媒存在下で NH_3 を 800℃で燃焼させる。**

(Pt 触媒が無いと N_2 に変化)

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ …①

(2) **(1)で得られた NO を空気と接触させて NO_2 にする。**

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$…②

(3) **(2)で生じた NO_2 を温水に溶かして HNO_3 にする。**

(副産物の NO は(2)へ再利用)

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$…③

以上，(①+②× 3 +③× 2）$\times \frac{1}{4}$ より

$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$

(NO は再利用するため，最終的な式からは消えているのがわかる)

原料の NH_3 と生成する HNO_3 の mol 比が 1 ： 1 になることを意識しておこう！

まとめ

・硝酸は（　　　　　）を原料とした（　　　　　　　　　　）で合成する。

Chapter3　演習問題

問　オストワルト法で硝酸を合成するとき，3.40kg のアンモニア (分子量 17) から得られる硝酸（分子量 63）は最大何 kg か。有効数字 3 桁で答えよ。ただし，オストワルト法は次の 3 つの反応式で表される。

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

< Note >

第10講　PART4　確認問題

問1　硝酸は，工業的製法にはオストワルト法によりつくられる。オストワルト法は NH_3 を原料として，次のような流れで行われる。

(i)　(a)触媒存在下で NH_3 を 800℃で燃焼させる。

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

(ii)　(i)で得られた NO を空気と接触させて NO_2 にする。

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

(iii)　(ii)で生じた NO_2 を温水に溶かして HNO_3 にする。

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

(1)　文中の下線部(a)について，該当する触媒として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　四酸化三鉄　　②　十酸化四リン
③　白金　　④　酸化バナジウム(V)

(2)　オストワルト法において，原料の NH_3 と生成する HNO_3 の mol 比はどのようになるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，mol 比は「原料の NH_3：生成する HNO_3」で表しているものとする。

①　1：1　　②　1：2
③　2：1　　④　3：1

(3)　次の①～④のうち，硝酸の性質に該当しないものはどれか。

①　揮発性　　②　感光性
③　強酸性　　④　還元性

⑷　オストワルト法で硝酸を合成するとき，31.5kg の硝酸を得るために理論上必要なアンモニアは，最小で何 kg か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，原子量は H：1.0，N：14，O：16 とする。

①　4.25kg　　②　8.50kg

③　17.0kg　　④　25.5kg

第 10 講　非金属元素

PART1　ハロゲン

問　(1)　F_2

(2)　I_2

(3)　HF

PART2　酸素

問　酸性酸化物：N_2O_5，Cl_2O_7

塩基性酸化物：Na_2O，CuO

両性酸化物：ZnO

PART3　硫黄

問　(1)

PART4　窒素

問　12.6kg

PART5　リン

問　②

PART6　ケイ素

問　②

第10講　PART4　確認問題　解答

問1

（1）　③

解説：

オストワルト法では，白金 Pt 触媒存在下で NH_3 を 800℃で燃焼させる。

（2）　①

解説：

オストワルト法において，(ⅰ)(ⅱ)(ⅲ)の反応式をまとめると，以下のようになる。

$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$

よって，原料の NH_3 と生成する HNO_3 のモル比は 1：1 になる。

（3）　④

解説：

硝酸は酸化剤であることから，還元性はない。よって，④が該当しない。

（4）　②

解説：

オストワルト法において，原料の NH_3 と生成する HNO_3 のモル比は 1：1 になるので，必要な NH_3 は

$\frac{31.5}{63} \times 17 = 8.50$kg である。